

Abstract of **DE3637102**

In order to improve the lifting capability of a memory-bending element and to increase the preloading force in the lifting direction in the event of lift being impeded, it is proposed that the bending element (9) have multiple curves and that at both of its ends (10) it be clamped with a positive interlock.

FIG. 2a

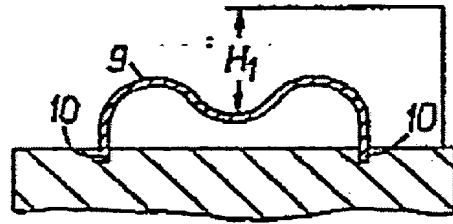
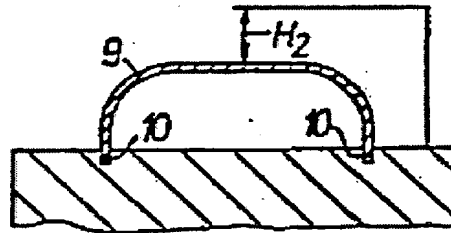


FIG. 2b



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3637 102 A1**

② Aktenzeichen: P 36 37 102.5
② Anmeldetag: 31. 10. 86
④ Offenlegungstag: 19. 5. 88

⑤ Int. Cl. 4:
F 03 G 7/06
C 22 C 19/03
H 01 H 37/32
// H05B 1/02,
G05D 23/00

Behördeneigentum

DE 3637 102 A1

⑦1 Anmelder:
Fried. Krupp GmbH, 4300 Essen, DE

⑦2 Erfinder:
Reiß, Hans-Georg, 4330 Mülheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Vorrichtung mit vorverformten Biegeelement und dessen Verwendung**

Um die Hubfähigkeit eines Memory-Biegeelementes zu verbessern bzw. bei Hubbehinderung die Vorspannkraft in Hubrichtung zu erhöhen, wird vorgeschlagen, das Biegeelement (9) mehrfach gekrümmt und an seinen beiden Enden (10) formschlüssig einzuspannen.

FIG. 2a

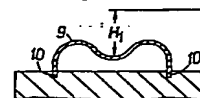
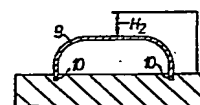


FIG. 2b



DE 3637 102 A1

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit vorverformtem Biegeelement aus einem Memorymetall, das bei Über- bzw. Unterschreiten einer kritischen Temperatur mit einem austenitischen bzw. martensitischen Übergang einen Formänderungsweg durchläuft, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeelement (9, 15, 17, 20) mehrfach gekrümmt und an seinen beiden Enden (10, 11) formschlüssig eingespannt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden (11) des Biegeelementes (20) in einer entlang ihrer Längsachse verlaufenden Bahn geführt werden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß entgegengesetzt zur Richtung des Formänderungsweges wirkende Gewichte und/oder Federn (14, 19) vorgesehen sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeelement (9, 15, 17, 20) ganz oder teilweise aus einer Legierung mit 54 bis 56 Gew.-% Ni und 46 bis 44 Gew.-% Ti besteht.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeelement (9, 15, 17, 20) über PCT-Widerstände heizbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeelement (9, 15, 17, 20) mit einer Heizwicklung versehen ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeelement (9, 15, 17, 20) im wesentlichen draht-, streifen- oder stabförmig ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeelement (9) in einem seiner Formendzustände U-förmig ist und die U-Schenkenden (10) formschlüssig eingespannt sind.
9. Verwendung der Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 8 als Kontaktelement und/oder elektrische oder mechanische Schaltkontakte öffnendes und schließendes Element in Schaltern.
10. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 9 zur Aktivierung von Klemmverbindungen.
11. Verwendung der Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 8 als Betätigungselement für ein Absperrorgan eines Durchlaßquerschnittes.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit vorverformtem Biegeelement aus einem Memorymetall, das bei Über- bzw. Unterschreiten einer kritischen Temperatur mit einem austenitischen bzw. martensitischen Übergang einen Formänderungsweg durchläuft. Die Erfindung betrifft ferner Verwendungen der genannten Vorrichtung.

Der Memoryeffekt kann anschaulich etwa so beschrieben werden: Wird ein Bauteil aus einem Memorywerkstoff bei niedriger Temperatur bleibend verformt und anschließend auf eine Temperatur erwärmt, die oberhalb seiner Umwandlungstemperatur liegt, so nimmt es nahezu vollständig die Form an, die es vor der Verformung besaß. Hierbei kann das Bauteil eine Kraft ausüben und mechanische Arbeit leisten (vgl. DE-AS 12 88 363). Die verwendeten Memoryteile werden vielfach eingesetzt, z.B. in Form von selbstaufrichtenden Luftraum-, Weltraum- oder Wasserbauteilen, Maschi-

nenlagerungen und Maschineneinrichtungen mit geringerer Lärmentwicklung, vorgespannten Verbindungs- und Befestigungs- sowie Verstärkungselementen und als Werkzeuge. Jeweils wird in die Anordnung ein einseitig eingespanntes Memory-Biegeelement eingesetzt, dessen Formänderungsweg man sich zunutze macht. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß die für bestimmte Hubarbeiten oder Schaltvorgänge aufzubringenden Kräfte nicht immer mittels Auslösung des Memoryeffektes aufgebracht werden können, so daß der Anwendungsbereich bisher beschränkt gewesen ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, in der die Hubfähigkeit des Biegeelementes verbessert wird bzw. sich bei Hubbehinderung die Vorspannkraft in Hubrichtung erhöht.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Biegeelement mehrfach gekrümmt und an seinen beiden Enden formschlüssig eingespannt ist. Es hat sich herausgestellt, daß die extreme Behinderung an den Enden einen so hohen inneren Spannungszustand aufbaut, daß daraus insgesamt eine höhere Hubenergie resultiert.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung werden die Enden des Biegeelementes nicht fest eingespannt, sondern werden in einer entlang ihrer Längsachse verlaufenden Bahn geführt. Damit ergibt sich die Möglichkeit, z.B. Biegeelemente einzusetzen, die nach Überschreiten der kritischen Temperatur eine gerade Form besitzen.

Nutzt man den reversiblen Anteil des Memoryeffektes aus, so bietet es sich nach einer Weiterbildung der Erfindung ferner an, daß entgegengesetzt zur Richtung des Formänderungsweges wirkende Gewichte und/oder Federn vorgesehen sind, welche die Rückstellbewegung unterstützen können.

Bevorzugt wird eine Legierung für das Biegeelement verwendet, die 54 bis 56 Gew.-% Nickel und 46 bis 44 Gew.-% Titan enthält.

Je nach Legierung wird die Auslösung des Memoryeffektes bei Erhöhung der Umgebungstemperatur ohne Fremdenenergie stattfinden, ebenso ist es aber auch möglich, das Biegeelement über PCT-Widerstände oder über eine andere Heizung zu erwärmen.

Bevorzugt werden solche Biegeelemente verwendet, die im wesentlichen draht-, streifen- oder stabförmig sind. Die einfachste Form wäre (in einer Seitenansicht) die U-Form, wobei die U-Schenkenden fest eingespannt sind und einer der Formendzustände die U-Form aufweist.

Das zuvor beschriebene Memoryelement kann vielseitig verwendet werden, insbesondere zeigt es jedoch hervorragende Eigenschaften als Hubelement und/oder elektrische oder mechanische Schaltkontakte öffnendes und schließendes Element in Schaltern. Insbesondere kann es bevorzugt auch zur Aktivierung von Klemmkontakten oder als Betätigungselement für ein Absperrorgan eines Durchlaßquerschnittes verwendet werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine grafische Darstellung der Verformung eines Memorybauteils in Abhängig von der Temperatur,

Fig. 2a, 2b jeweils einen Schnitt durch ein Biegeelement in den zwei Endzuständen mit fester Einspannung,

Fig. 3a, 3b ein entsprechendes Biegeelement mit beweglich geführter Einspannung der Enden und

Fig. 4a, b; 5a, b jeweils Ventile, die durch Memory-Elemente geöffnet und geschlossen werden können, in schematischer Darstellung.

In der Darstellung gemäß Fig. 1 ist auf der Ordinate

die Dehnung bzw. Verformung und auf der Abszisse die Temperatur eines stab- oder schraubenförmigen Memoryteils aufgetragen. Im Punkt 1 befindet sich das Memoryteil in unverformtem Zustand bei Raumtemperatur, von wo aus es unter Beibehaltung der Temperatur so verformt wird, daß es eine Dehnung erhält, die dem Meßwert 2 entspricht. Wird dieses vorverformte Memorymetall nunmehr erwärmt, so tritt etwa beim Punkt 3 die den Memoryeffekt bewirkende Gefügewandlung ein, welche die Verformung des Memoryteils etwa zum Punkt 4 rückgängig macht. Eine anschließende Abkühlung des Memoryteils bewirkt etwa beim Punkt 5 die Rückumwandlung des Gefüges und damit eine Verformung bis etwa zum Punkt 6. Eine erneute Erwärmung des Memoryteils verursacht etwa beim Punkt 7 eine abermalige Gefügewandlung mit einem Rückgang der Verformung bis zum Punkt 8. Der zuletzt beschriebene Kreislauf zwischen den Punkten 8, 5, 6, 7, 8 stellt den reversiblen Anteil des Memoryeffektes dar. Diese Hysterese ist insbesondere durch die Punkte 7 und 8 beim Beginn und Ende der Austenitbildung sowie durch die Punkte 5 und 6 beim Beginn und Ende der Martensitbildung des Gefüges geprägt. Die entstehende Hysterese mit der Breite von $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ ändert ihre Größe und Lage bei allen folgenden Zyklen nicht mehr.

Aus den vorgenannten Ausführungen wird auch der Vorteil deutlich, den ein Memorybauteil gegenüber einem ganz anders wirkenden Thermobimetall besitzt: Die Verbindung zweier Metallbänder mit ungleicher Wärmeausdehnungszahl führt auf eine streng monoton wachsende Funktion von Temperatur und Verformung. Das Prinzip des Bimetalls beschränkt somit die Größe der ausübenden Kraft und läßt nur eine Biegeverformung zu, während die relativ breite Hysterese beim Memorymetall steuerbare Schalttemperaturen der Biegeelemente zuläßt.

Eine konkrete Ausführungsform eines Biegeelementes ist in Fig. 2a, b dargestellt. Das Biegeelement besteht vor seinem Einbau aus einem Blechstreifen einer Memorylegierung, der in die Biegeelementform gemäß Fig. 2 gebracht wird, wobei das Biegeelement 9 an seinen Enden 10 formschlüssig eingespannt ist. Heizt man dieses Element nun auf und löst dadurch den Memoryeffekt aus, so bewirkt die extreme Behinderung an den Enden einen solch hohen inneren Spannungszustand, den das Element teilweise nur dadurch abbauen kann, daß es gemäß Fig. 2b nach oben ausweicht. Dabei führt das Biegeelement 1 einen Hub $H_1 - H_2$ aus, der bei Behinderung die Vorspannkraft in Hubrichtung sogar noch erhöht. Würde das Element an seinen Enden nicht eingespannt, so nähme es nach Auslösen des Memoryeffektes wieder seine Ausgangsform, also den geraden bzw. ebenen Zustand an. Es wird deutlich, daß die gemäß Fig. 2a und 2b dargestellte Biegeelementform ein größeres Kraftreservoir hat als dies bei einem Biegeelement mit einseitiger Einspannung möglich wäre.

Eine weitere Ausführungsform ist in Fig. 3a, b, dargestellt. Ein vor dem Einbau gerader Streifen wird in eine Form gemäß Fig. 3a gebracht, wobei die Enden 11 des Biegeelements 20 in einer Führung 12 verschiebbar angeordnet sind. In Fig. 3a hat der Streifen eine Gesamtlänge L_1 . Erwärmt man diesen Streifen, so nimmt er die in Fig. 3b dargestellte Form an und führt einen Hub aus. Dabei nimmt er die Länge L_2 an.

Wie bereits oben erwähnt, kann die Umwandlungstemperatur dadurch erreicht werden, daß das Element durch die Umgebungswärme aufgeheizt wird. Eine andere Steuerungsmöglichkeit gibt es, indem man Wärme

über eine Heizung bzw. einen PCT-Widerstand zuführt. Die Ausführungsformen gemäß Fig. 2a, b und Fig. 3a, b lassen sich z.B. in einem Sicherheitsventil in der Gas-technik anwenden. Es ist ohne weiteres möglich, einen Hub von mehreren Millimetern und bis zu 10^2N mittels eines Memory-Biegeelementes gemäß Fig. 2a und 2b auszuführen. Der von der Formänderung betroffene Biegeelementteil drückt bei seiner Formänderung z.B. auf einen Bolzen, wodurch eine lineare Bewegung erzeugt wird.

Andererseits ist es auch möglich, den Formänderungsweg des Memoryteils für Ein- Ausschaltvorgänge an mechanischen Schaltern zu benutzen. Weitere Möglichkeiten des Einsatzes, z.B. als Klemmelement und als elektrisches Schaltelement sind möglich.

Ein Ausführungsbeispiel mit einem Memory-Element nach Fig. 2 ist in Fig. 4a, b dargestellt.

Hier wird ein Ventil aus dem Betriebszustand geöffnet (Fig. 4a) in den Störfallzustand geschlossen (Fig. 4b) überführt. Der Störfall ist gegeben, wenn die Umgebungstemperatur unzulässig hoch ist. In diesem Fall erwärmt sich das Memory-Element 15 über die A_s -Temperatur, verformt sich und gibt über den nach oben transportierten Riegel 16 den Ventilverschluß 13 schlagartig frei, der über die Druckfeder 14 auf den Ventilsitz gepreßt wird.

Ein Ausführungsbeispiel mit einem Memory-Element nach Fig. 3 ist in Fig. 5a, b dargestellt. Ein Ventil, im Betriebszustand geöffnet (Fig. 5a), wird bei einer Störfalltemperatur geschlossen (Fig. 5b). Hierbei erwärmt sich das Memory-Element 17 über die A_s -Temperatur, verformt sich nach oben und gibt den Ventilverschluß 18, der über eine Druckfeder 19 betätigt wird, frei.

3637102

FIG. 3a

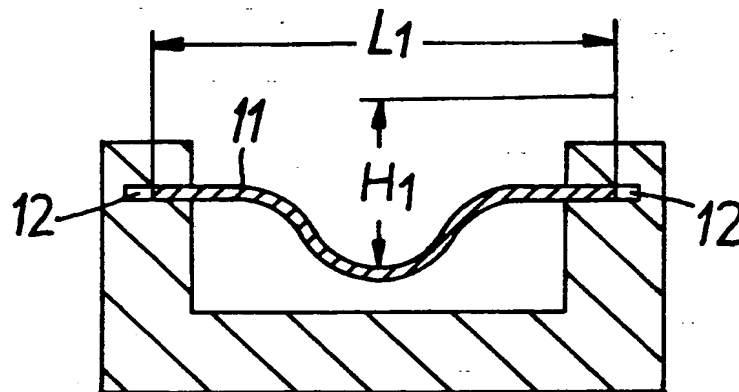
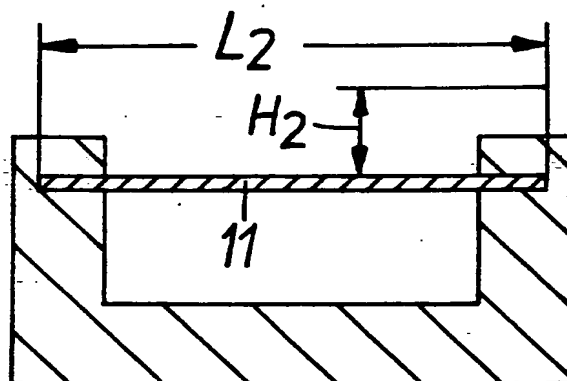


FIG. 3b



3637102

FIG. 4a

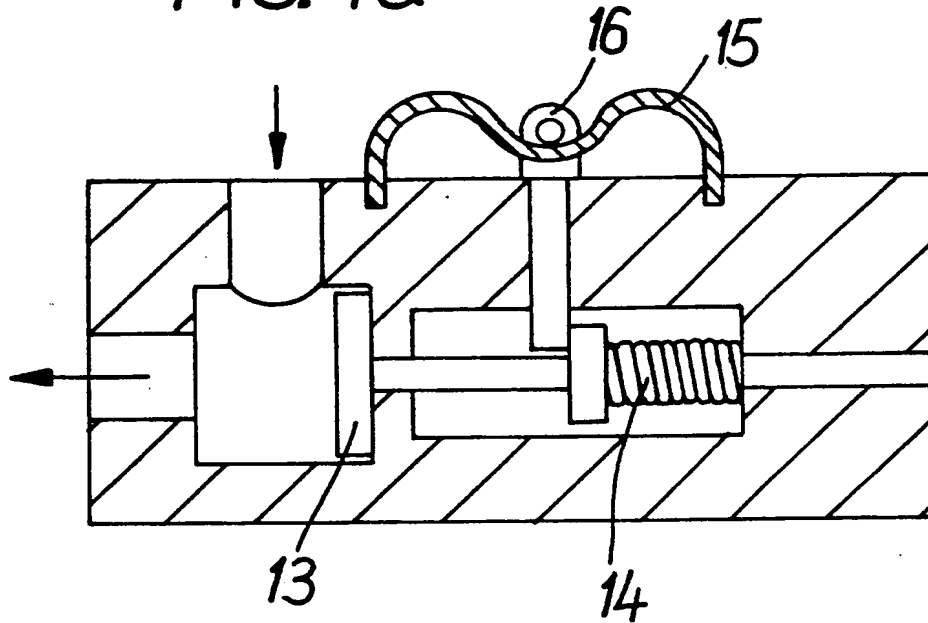
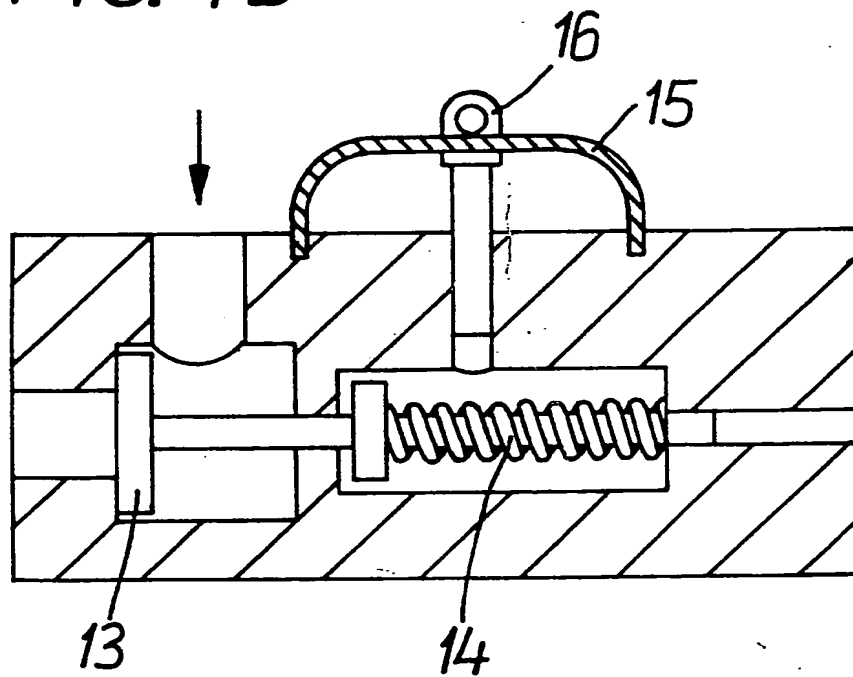


FIG. 4b



3637102

FIG. 5a

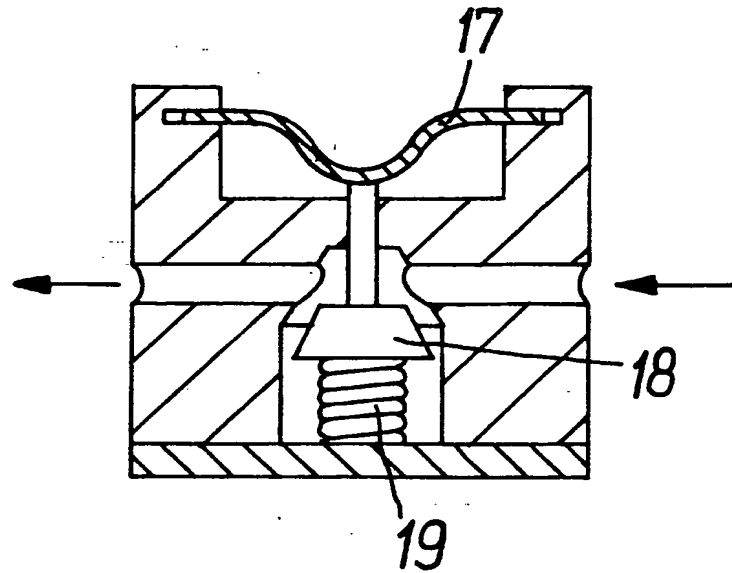


FIG. 5b

